

ふ り が な じょ せいり
氏 名 徐 静莉
学 位 博 士 (工 学)
学 位 記 番 号 新大院博 (工) 第 233 号
学位授与の日付 平成 19 年 3 月 22 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 1 項該当
博 士 論 文 名 「The application of fine hollow fiber silicone rubber membrane module to
membrane separation process」(シリコーンゴム中空糸膜モジュールの膜分離プロセスへの応用)

論文審査委員 主査 助教授 伊東 章
 副査 教授 渡辺敦夫
 副査 教授 山際和明
 副査 教授 田口洋治
 副査 教授 青木俊樹

博士論文の要旨

本研究は新たに開発・製造された極細シリコーンゴム中空糸膜モジュールを排気および排水からの VOC 回収に応用することを目的とした。真空膜蒸留、パーバレーション、蒸気透過法の 3 つの膜プロセスにおいて、極細シリコーンゴム中空糸膜モジュールの分離性能を評価した。論文は以下の 6 章で構成される。

第 1 章では緒言である。VOC 回収技術の現状と、膜分離法の概説をおこない、本研究の目的と方針を述べた。

第 2 章では本研究で使用した極細シリコーンゴム中空糸膜の蒸気透過係数測定とその結果について述べた。ここで示した各種 VOC 蒸気透過係数およびガス透過係数が以下の操作の性能解析の基礎となる。

第 3 章ではエアースイープ式真空膜蒸留操作を検討した。これは汚濁排水や海水からの純水回収を目的としたものである。このプロセスは中空糸膜モジュールとダイアフラム真空ポンプとからなる簡単な構成で、冷却凝縮不要で純水回収が行えるものである。装置運転の唯一の操作パラメータは膜透過側を通るスイープエアの流量である。極細シリコーンゴム膜モジュールは、多孔性の膜モジュールに匹敵する速度で純水を製造することができた。真空膜透過操作で別に測定した水蒸気透過係数を基礎として、簡単な蒸気相推進力モデルと膜モジュール内混合モデルにより理論計算をおこなった。理論計算の結果は均質膜によるエアースイープ式真空膜蒸留操作の実験結果と良好に一致した。

第 4 章は水からの溶存 VOC 除去操作である。膜厚み 60 μm のシリコーンゴム膜モジュールを利用して、希薄な有機溶剤水溶液処理におけるパーバレーション法による分離性能を実験的に検討した。供給液流量、供給温度、透過側圧力の操作因子が分離性能へ影響する。供給温度が上がるとう VOC 除去性能は増大する。また、水中に共存する溶存ガスの影響を検討するために、脱ガス水での実験もおこなった。溶存ガスの存在はモジュールの除去効率を増加させる。ヘンリー定数に基づく理論計算モデルは以上の実験結果を良好に予測した。

第5章は排気空気中からの VOC 蒸気回収操作に関するものである。膜厚さ 20 μm の極細シリコーンゴム中空糸膜を利用して窒素からの VOC 蒸気回収について実験的に検討した。VOC 蒸気単成分および混合蒸気により蒸気回収性能を試験した。極細中空糸膜モジュールは二成分の混合ガス(VOC/N₂)だけではなく多成分混合ガスにおいても十分な蒸気回収性能を示した。供給ガス流量に依存するが、VOC 蒸気回収率は 90%以上を達成することができる。理論解析では2種類のモデル、プラグフローおよびクロスフローモデル、が検討され、理論計算と実験結果とを比較して考察をおこなった。

第6章では以上の内容を総括した。

審査結果の要旨

本論文は6章で構成され、第1章で研究の背景と目的および研究方針、第2章で使用した材料の基本的物性値(ガス・蒸気透過係数)を述べ、以降の理論解析の基礎としている。第3章でスweepエア式膜蒸留法、第4章で水中からの VOC 回収、第5章で空気からの VOC 回収操作が述べられている。各章は実験装置および方法、実験結果と考察等の節にまとめられており、適切な構成がなされていた。また、論文は明解に記述されており、理論解析と考察は納得のできるものであった。本論文は博士論文としての体裁と内容を十分に備えていると考えられる。

よって、本論文は博士(工学)の博士論文として十分であると認定した。